

51

Int. Cl.:

F 01 d, 5/14

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 14 c, 5/14

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 2135 287

Aktenzeichen: P 21 35 287.4

Anmeldetag: 15. Juli 1971

Offenlegungstag: 25. Januar 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Lauf- und Leitradgetter für Turbomaschinen

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Dettmering, Wilhelm, Prof. Dr.-Ing., 5100 Aachen

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Dettmering, Wilhelm, Prof. Dr.-Ing., 5100 Aachen;
Prümper, Heinz, Dipl.-Ing., 5102 Würselen

DT 2135 287

PROF. DR.-ING. WILHELM DETTMERING in Aachen

Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen

Die Erfindung betrifft ein Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen, bei denen auf den kanalbegrenzenden Wänden als Grenzsichtzäune dienende Leitelemente zur Verhinderung der Sekundärströmung angebracht sind.

Der Strömungsverlauf der wandnahen Fluidschichten in den Schaufelkanälen von Strömungsmaschinen wird bekanntlich maßgeblich vom Druckgradientenfeld der Primärströmung, vom Geschwindigkeitsgradienten der Grenzschicht der ankommenden Strömung und in Rotoren zusätzlich von den Fliehkräften bestimmt. Die Stromlinien der verzögerten wandnahen Schichten besitzen in der Nähe der Saugseite starke Radialkomponenten und sind an den Begrenzungswänden (Deckband, Nabe oder Gehäuse) oder im Spalt zwischen Schaufelende und Gehäuse (Nabe) quer zur Hauptströmung gerichtet. Diese unerwünschten sekundären Fluidbewegungen, die kurz als Sekundärströmung bezeichnet werden, sind die Ursache großer zusätzlicher Verluste. In der Kontaktzone zwischen Primär- und Sekundärströmung werden die örtlichen Geschwindigkeiten und Richtungen der Primärströmung infolge der Sekundärbewegung mittels der auftretenden Zähigkeitskräfte stark verändert. Der Transport der Wandgrenzschichten der Zuströmung und der Wandgrenzschichten im Gitter zu den Profilsaugseiten führt in den Randzonen oft zur Ablösung der Strömung vom Profil. Diese Ablösungen können bei starker Umlenkung und bei kurzen Schaufeln die gesamte Kanalhöhe erfassen.

Zur Vermeidung dieser nachteiligen Erscheinungen ist be-

reits vorgeschlagen worden, auf den kanalbegrenzenden Wänden zwischen den Profilen ein oder mehrere Leitbleche oder dünne Profile einzubauen, deren Höhe etwa der vorhandenen Grenzschichtdicke entspricht und deren Ein- und Austrittswinkel mit den Gitterdaten in der Einbauzone übereinstimmen (OS 1 937 395). Umfangreiche Versuche haben jedoch gezeigt, daß die gewünschte Wirkung nur dann optimal erwartet werden kann, wenn die Leitelemente nicht auf den kanalbegrenzenden Wänden sondern in einem bestimmten Abstand von diesen auf den Schaufelprofilen selbst angeordnet sind. Dementsprechend lehrt die Erfindung, daß auf den Schaufelprofilen als Grenzschichtzäune dienende Leitelemente in der Weise angebracht werden, daß je ein Leitelement in der Nähe der kanalbegrenzenden Wände etwa im Abstand der zweifachen Dicke der Zuströmgrenzschicht auf den Schaufelprofilen angebracht ist. Eine besonders günstige Wirkung ist bei der Anwendung der Erfindung dann zu erwarten, wenn die Höhe der anzuwendenden Leitelemente etwa dem 1,1-fachen Betrag der Dicke der örtlichen Grenzschichten entspricht. Die nach der Lehre der vorliegenden Erfindung auf den Schaufelprofilen anzubringenden Leitelemente verhindern, daß die verzögernden wandnahen Fluidschichten der Zuströmung und der kanalbegrenzenden Wände zur Profilsaugseite fließen und vielmehr in Richtung der Primärströmung geführt und an der Kante des Leitelements durch Vermischen mit der Primärströmung zum Teil abgebaut werden. Die gewünschte Wirkung wird dadurch noch verstärkt, daß eine der Sekundärströmung entgegengerichtete Strömung erzeugt und dadurch eine Fernwirkung auf das auf die Saugseite zufließende Fluid ausgeübt wird, wenn der Abstand des Leitelements von der kanalbegrenzenden Wand am Gittereintritt größer als am Gitteraustritt ist. Die bekannten Randablösungen werden somit vermieden, die Verluste des Gitters herabgesetzt, die Um-

lenkung erhöht und die Zuströmungsbedingungen für das jeweils nachfolgende Gitter verbessert, was in diesem zu einer weiteren Verminderung der instationären Verluste führt.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes dargestellt, und zwar zeigt

Fig. 1 einen Ausschnitt aus dem Gitter einer axialen Turbomaschine

Fig. 2 eine Vorderansicht auf den Ausschnitt nach Fig. 1

Fig. 3 einen Ausschnitt aus dem Gitter einer axialen Turbomaschine in anderer Ausführungsform

Fig. 4 eine Vorderansicht auf den Ausschnitt nach Fig. 3

Fig. 5 einen Gitterausschnitt in anderer Ausführungsform

Fig. 6 eine Vorderansicht auf den Ausschnitt nach Fig. 5

Fig. 7 einen Meridianschnitt durch das Laufrad und den Leitapparat eines Radialverdichters

Fig. 8 einen Schnitt nach der Linie VIII-VIII in Fig. 7

Fig. 9 einen Schnitt nach der Linie IX-IX in Fig. 7.

Bei dem in Fig. 1 und 2 dargestellten Gitter einer Turbomaschine sind die Schaufeln 1 mit ihren Schaufelfüßen im Nabenring 2 angeordnet. Die Schaufelenden 3 tragen ein Deckband 4, das nach außen den Strömungskanal 5 zwischen je zwei Schaufeln 1 begrenzt. Im Abstand d_1 von der inneren Wand des Deckbandes 4 und im Abstand d_2 von der

Wand des Nabenringes 2 sind Leitelemente 6 bzw. 7 angebracht, die sich über den ganzen Profilumfang der Schaufeln 1 erstrecken. Dabei ist die Höhe H der Leitelemente 6 bzw. 7 etwas größer als die Dicke der örtlichen Grenzschicht, so daß die Kanten der Leitelemente 6, 7 noch in die schnelle Primärströmung eintauchen. Die Leitelemente 6, 7 sind sehr dünn gehalten. Ihre Stärke b soll gerade so groß sein, wie sie sich aufgrund von Festigkeits- und Temperaturverhältnissen in der Einbauzone noch verwirklichen läßt. Im allgemeinen beträgt sie zwischen 0,4 und 0,8 mm. Der Abstand d_1 bzw. d_2 der Leitelemente 6 bzw. 7 von den kanalbegrenzenden Wänden entspricht etwa der zweifachen Dicke der Zuströmgrenzschicht. Am Gitteraustritt ist der Abstand d_a etwa-s kleiner als der Abstand d_1 bzw. d_2 , so daß sich zwischen Leitelement und kanalbegrenzender Wand ein konvergierender Strömungskanal ergibt. Vorzugsweise ist die An- und Abströmkante des Leitelements geschärft, wobei die Leitelemente 6, 7 und die Schaufeloberfläche 8, 9 möglichst scharfe bzw. rechtwinklige Ecken bilden.

Bei dem Turbomaschinengitter nach Fig. 3 und 4, bei dem die Schaufeln 1 ebenfalls in einem Nabenring 2 befestigt sind und an ihren Enden ein Deckband 4 tragen, das den Strömungskanal 5 zwischen je zwei Schaufeln 1 begrenzt, ist auf jedem Schaufelprofil im Abstand d_1 bzw. d_2 von der inneren und äußeren Begrenzungswand des Gitters je ein Leitelement 6, 7 angebracht. Hierbei erstrecken sich die Leitelemente 6, 7 jedoch nur entlang den Saugseiten der Schaufeln 1, und es beginnt die geschärfte Anströmkante der Leitelemente 6, 7 erst ein Stück hinter dem Profilstaupunkt. Mit a_1 ist der Abstand des Beginns der Leitelemente 6 bzw. 7 hinter dem Profilstaupunkt bezeichnet, wobei die Leitelemente 6, 7 erst nach einigen Millimetern Länge auf ihre volle Höhe H ansteigen. Auch endet die geschärfte Abströmkante der Leit-

elemente 6, 7 schon vor der Profilhinterkante, und zwar im Abstand a_2 von dieser. a_2 beträgt hierbei vorzugsweise 10 bis 20 % der Schaufelbreite. Auch hier wird die Stärke b der Leitelemente so klein wie möglich gehalten, und es bilden die Leitelemente 6, 7 mit der Schaufeloberfläche möglichst scharfe, etwa rechtwinklige Ecken. Der Abstand der Leitelemente d von den kanalbegrenzenden Wänden, der am Beginn des Leitelements etwa der zweifachen Dicke der Zuström Grenzschicht entspricht, verringert sich etwas, so daß sich zwischen Leitelement und kanalbegrenzender Wand ein konvergierender Strömungskanal ergibt.

Bei der in Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsform beginnen die Anströmkanten der Leitelemente 6, 7 ebenfalls erst in einem Abstand a vom Schaufelstauunkt, der zwischen 5 und 25 % der Schaufelbreite betragen kann. Besonders vorteilhaft kann es sein, in den Leitelementen längs ihrer Erstreckung über die Saugseite des Schaufelprofils eine oder mehrere Durchbrechungen vorzusehen. Dadurch kann die Entstehung stabiler Wirbel unterdrückt werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen mit als Grenzschichtzaun dienenden Leitelementen zur Verhinderung der Sekundärströmung, dadurch gekennzeichnet, daß ~~das~~ auf den Schaufelprofilen in der Nähe der kanalbegrenzenden Wände je ein Leitelement angebracht ist, dessen Höhe etwa dem 1,1-fachen der örtlichen Grenzschichtdicke entspricht.
2. Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente in einem Abstand von den kanalbegrenzenden Wänden angeordnet sind, der etwa der zwölffachen Dicke der Zuströmungsgrenzschicht entspricht.
3. Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente nur auf den Profilsaugseiten angeordnet sind.
4. Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Leitelemente von der kanalbegrenzenden Wand am Gittereintritt größer als am Gitteraustritt ist, so daß sich zwischen Leitelement und kanalbegrenzender Wand ein konvergierender Kanal ergibt.
5. Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente sich nur über einen Teil der Saugseite erstrecken.

6. Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die An- und Abströmkanten der Leitelemente geschärft sind und daß die Anströmkante erst nach einigen Millimetern Länge auf ihre volle Höhe ansteigt.
7. Lauf- und Leitradgitter für Turbomaschinen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente längs ihrer Erstreckung über die Saugseite des Schaufelprofiles eine oder mehrere Durchbrechungen aufweisen.

FIG. 1

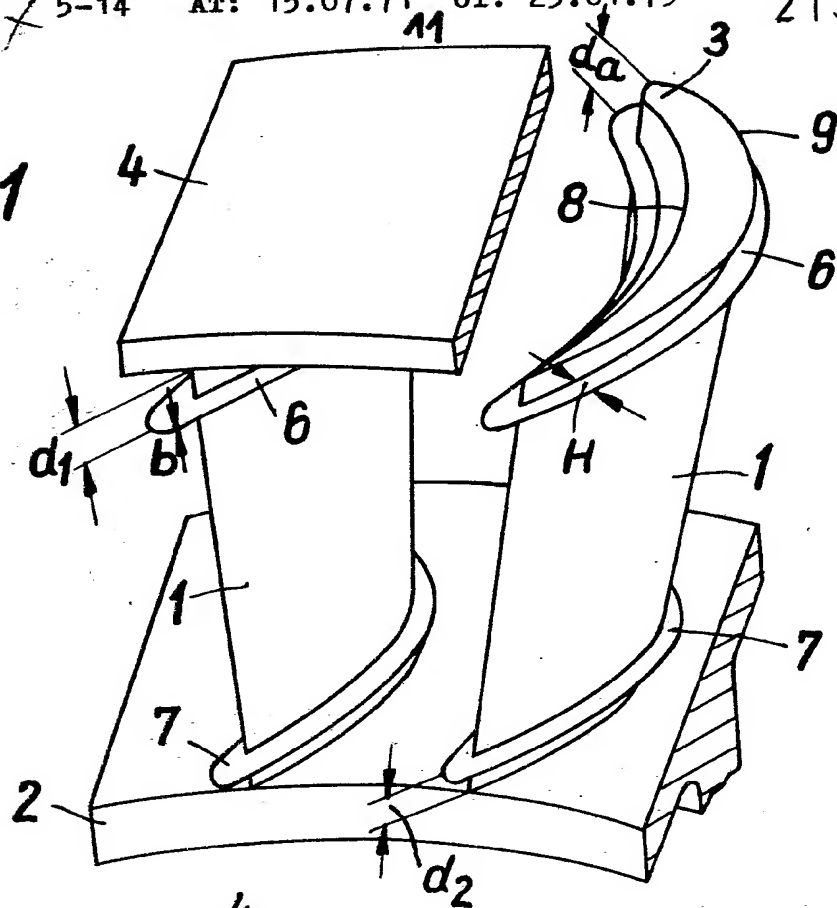


FIG. 2

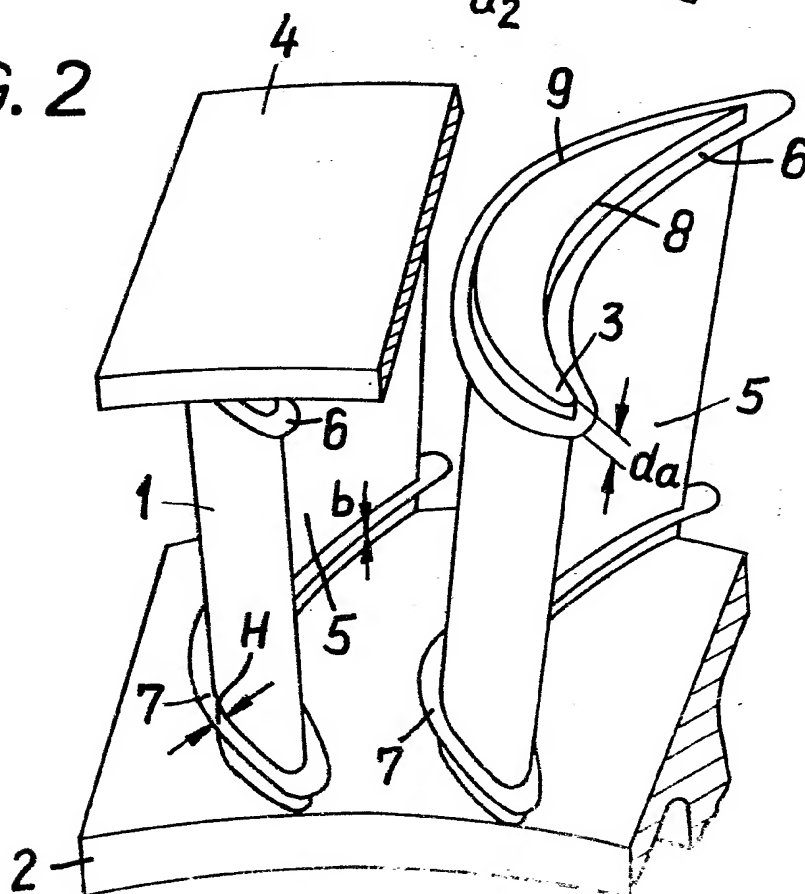


FIG. 3

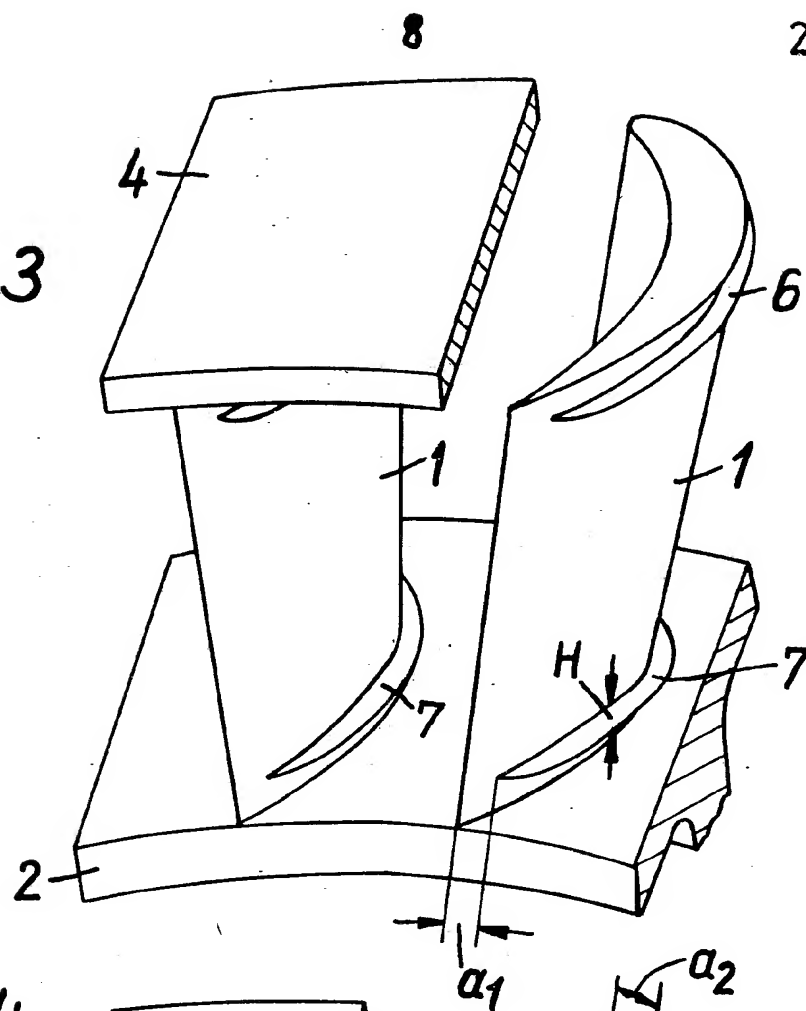


FIG. 4

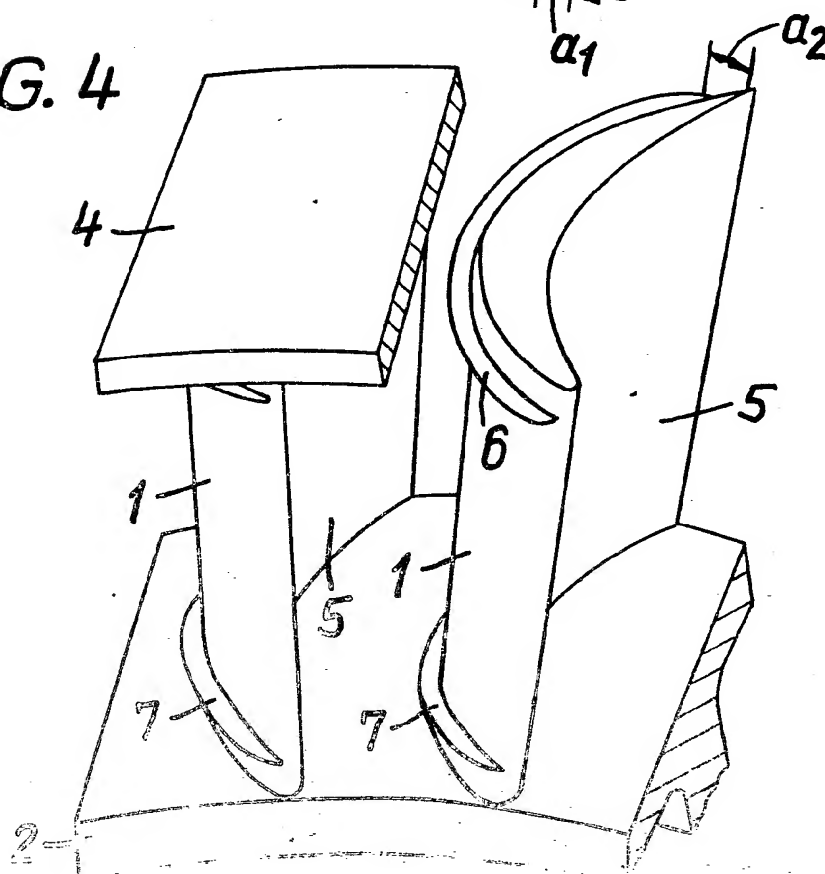


FIG. 5

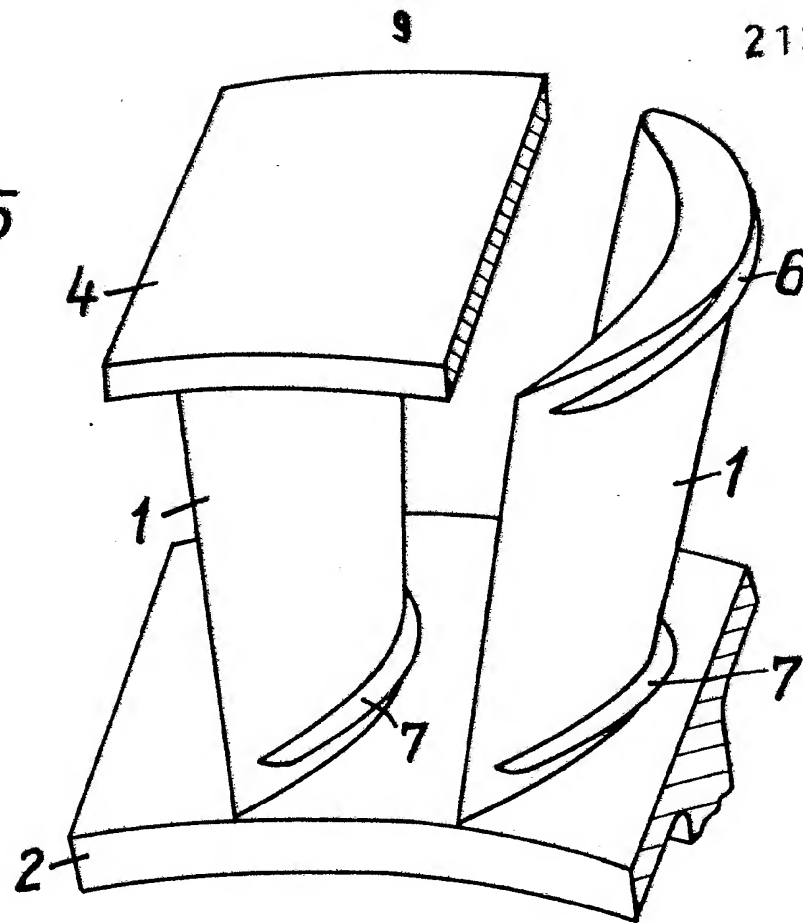


FIG. 6

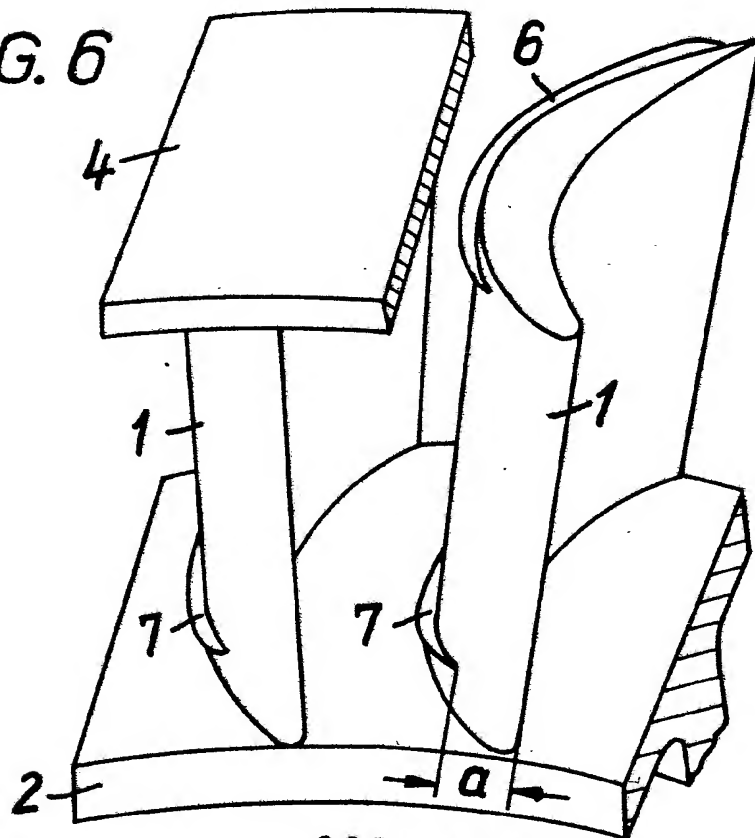


FIG. 7

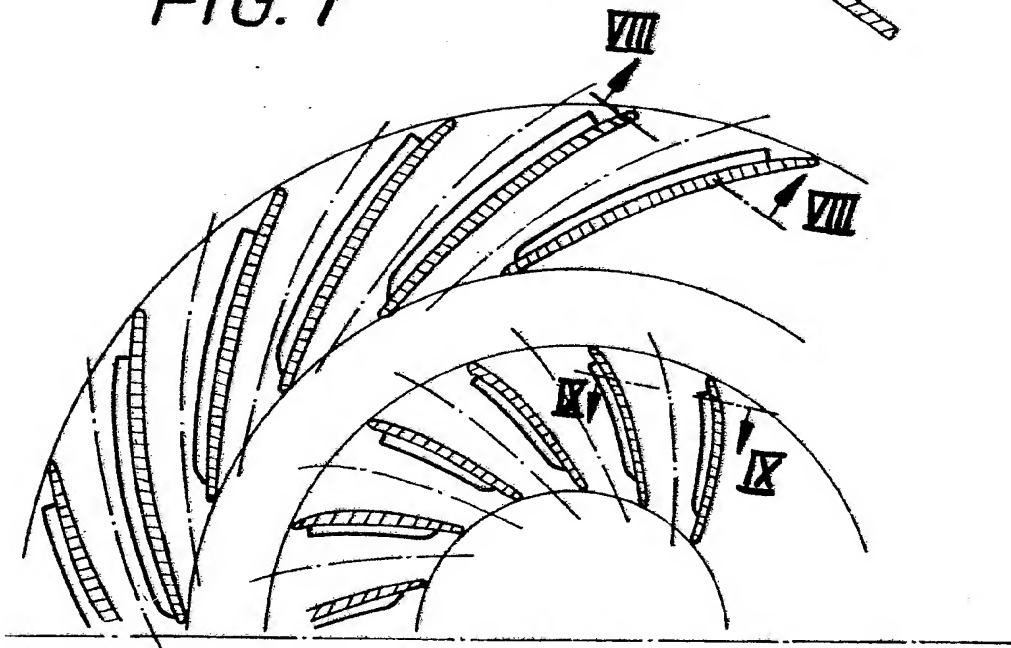


FIG. 8

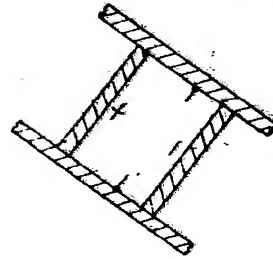


FIG. 9

